

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

| | | | |
|--|--|--|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G02C | | A2 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/15857 |
| | | | (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 1. Mai 1997 (01.05.97) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE96/02039 | | (81) Bestimmungsstaaten: AU, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). | |
| (22) Internationales Anmeldedatum: 25. Oktober 1996 (25.10.96) | | Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i> | |
| (30) Prioritätsdaten: 195 40 186.7 28. Oktober 1995 (28.10.95) DE | | | |
| (71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): OPTISCHE WERKE G. RODENSTOCK [DE/DE]; Isartalstrasse 43, D-80469 München (DE). | | | |
| (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): GUILINO, Günter [DE/DE]; Kriegelsteinerstrasse 3, D-81476 München (DE). PFEIFFER, Herbert [DE/DE]; Georg-Hann-Strasse 16, D-81247 München (DE). HAIMERL, Walter [DE/DE]; Thalkirchnerstrasse 78a, D-80337 München (DE). ALTHEIMER, Helmut [DE/DE]; Waldweg 17, D-80469 München (DE). ESSER, Gregor [DE/DE]; Brunnenstrasse 1, D-85540 Haar (DE). | | | |
| (74) Anwalt: MÜNICH, Wilhelm; Münich, Rösler, Steinmann, Wilhelm-Mayr-Strasse 11, D-80689 München (DE). | | | |

(54) Title: UNIFOCAL SPECTACLE LENS WITH TWO ASPHERICAL FACES

(54) Bezeichnung: EINSTÄRKEN-BRILLENGLAS MIT ZWEI ASPHÄRISCHEN FLÄCHEN

(57) Abstract

Disclosed is a unifocal spectacle lens with two aspherical faces of which at least one has identical main curvature radii in the crown. The invention is characterised by the fact that the mean face power $B_f = (n-1)/2*(1/R_1 + 1/R_2)$, where R_i is the main curvature radius 1 or 2 at the appropriate point of the face, of at least one face has an extreme value and/or the value 0 depending on the distance h , the azimuth angle ϕ of the point on the crown being constant.

(57) Zusammenfassung

Beschrieben wird ein Einstärken-Brillenglas mit zwei asphärischen Flächen, von denen wenigstens eine Fläche gleiche Hauptkrümmungsradien im Scheitel hat. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß der mittlere Flächenbrechwert $B_f = (n-1)/2*(1/R_1 + 1/R_2)$ mit R_i : Hauptkrümmungsradius 1 bzw. 2 in dem jeweiligen Punkt der Fläche, wenigstens einer Fläche als Funktion des Abstandes h bei konstantem Azimutalwinkel ϕ des jeweiligen Punktes vom Scheitel einen Extremwert und/oder den Wert 0 hat.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | |
|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| AM | Armenien | GB | Vereinigtes Königreich | MX | Mexiko |
| AT | Österreich | GE | Georgien | NE | Niger |
| AU | Australien | GN | Guinea | NL | Niederlande |
| BB | Barbados | GR | Griechenland | NO | Norwegen |
| BE | Belgien | HU | Ungarn | NZ | Neuseeland |
| BF | Burkina Faso | IE | Irland | PL | Polen |
| BG | Bulgarien | IT | Italien | PT | Portugal |
| BJ | Benin | JP | Japan | RO | Rumänien |
| BR | Brasilien | KE | Kenya | RU | Russische Föderation |
| BY | Belarus | KG | Kirgisistan | SD | Sudan |
| CA | Kanada | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | SE | Schweden |
| CF | Zentrale Afrikanische Republik | KR | Republik Korea | SG | Singapur |
| CG | Kongo | KZ | Kasachstan | SI | Slowenien |
| CH | Schweiz | LI | Liechtenstein | SK | Slowakei |
| CI | Côte d'Ivoire | LK | Sri Lanka | SN | Senegal |
| CM | Kamerun | LR | Liberia | SZ | Swasiland |
| CN | China | LK | Litauen | TD | Tschad |
| CS | Tschechoslowakei | LU | Luxemburg | TG | Togo |
| CZ | Tschechische Republik | LV | Lettland | TJ | Tadschikistan |
| DE | Deutschland | MC | Monaco | TT | Trinidad und Tobago |
| DK | Dänemark | MD | Republik Moldau | UA | Ukraine |
| EE | Estonland | MG | Madagaskar | UG | Uganda |
| ES | Spanien | ML | Mali | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| FI | Finnland | MN | Mongolei | UZ | Usbekistan |
| FR | Frankreich | MR | Mauritanien | VN | Vietnam |
| GA | Gabon | MW | Malawi | | |

Einstärken-Brillenglas mit zwei asphärischen Flächen**B e s c h r e i b u n g****Technisches Gebiet**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Einstärken-Brillenglas mit zwei asphärischen Flächen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Stand der Technik

Ein derartiges Brillenglas ist durch das Beispiel 7 der EP 0 560 999 A1 bekannt. Das beschriebene Brillenglas weist eine rotationssymmetrische asphärische Fläche, also eine Fläche, die gleiche Hauptkrümmungsradien im Scheitel hat, sowie eine sogenannte atorische Fläche auf, also eine Fläche, die zusätzlich zur sogenannten sphärischen Wirkung auch eine astigmatische Wirkung hat. Die EP 0 560 999 A1 beschäftigt sich im wesentlichen damit, bei Brillengläsern mit astigmatischer Wirkung die Linsendicke bei gleichzeitiger Reduzierung der Bildfehler zu verringern.

Hierzu wird zwar in Verbindung mit Figur 5 dieser Druckschrift der Einfluß von Termen höherer Ordnung auf die Abhängigkeit des Krümmungsradius eines Meridians vom Abstand vom Scheitel diskutiert, dieser Figur ist jedoch zu entnehmen, daß gemäß der EP 0 560 999 A1 die Terme höherer Ordnung so gewählt werden, daß sie auf der tatsächlichen Brillenglasfläche keinen spürbaren Einfluß haben:

Selbst dann, wenn das Brillenglas in eine derzeit "unmoderne" tropfenförmige Fassung eingeschliffen wird, treten auf dem Brillenglas keine Abstände vom Scheitel auf, die 35 mm überschreiten. Figur 5 der EP 0 560 999 A1 ist jedoch zu entnehmen, daß sich gemäß dieser Druckschrift höhere Terme erst ab ca. 40 mm spürbar auswirken.

Erfnungsgemäß ist nun erkannt worden, daß aufgrund dieses in der EP 0 560 999 A1 vertretenen Konzepts keineswegs das maximale Potential an Dicken- und Bildfehlerverringierung ausgeschöpft wird.

Aus der EP 0 379 976 B1 ist ein asphärisches Brillenglas mit - ausschließlich - positiver Brechkraft bekannt, bei dem die vordere Fläche asphärisch und die augenseitige Fläche in herkömmlicher Weise sphärisch oder torisch ausgebildet ist. In dieser Druckschrift ist angegeben, daß es für die Verringerung der Mittendicke bei weiterhin guten optischen Abbildungseigenschaften von Vorteil sei, wenn die erste Ableitung der Krümmung nach dem Abstand vom Scheitel sich mit wachsendem Abstand vom Scheitel einmal verringert und sich dann vergrößert. Bei dieser Lehre wird jedoch übersehen, daß sowohl die optische Wirkung, d.h. die Brechkraft bzw. der Brechwert, als auch die Bildfehler und insbesondere der Astigmatismus und der Refraktionsfehler nicht durch eine Krümmung allein, sondern durch beide Hauptkrümmungen bestimmt wird.

Die Einhaltung der in der EP 0 379 976 B1 angegebenen Bedingung für den Verlauf der Krümmung eines Meridians ist damit für die Konstruktion einer dem Stand der Technik entsprechenden Fläche nicht hinreichend.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Einstärken-Brillenglas mit zwei asphärischen Flächen, von denen wenigstens eine Fläche gleiche Hauptkrümmungsradien im Scheitel hat, anzugeben, bei dem die Verringerung der kritischen Dicke - d.h. der Mittendicke bei Gläsern mit positiver Wirkung und der Randdicke bei Gläsern mit negativer Wirkung - und die Reduzierung der Bildfehler nicht nur in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen, sondern auch die Reduzierung beider Größen möglichst groß ist.

Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist im Patentanspruch 1 angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Ansprüche 2 ff.

Erfindungsgemäß ist erkannt worden, daß man bei einem Einstärken-Brillenglas mit zwei asphärischen Flächen sowohl die kritische Dicke als auch die Bildfehler, d.h. insbesondere den Astigmatismus und den Refraktionsfehler stärker als aus dem Stand der Technik bekannt dadurch reduzieren kann, daß der mittlere Flächenbrechwert

$$B_f = (n-1)/2 * (1/R_1 + 1/R_2)$$

mit

R_1 : Hauptkrümmungsradius 1 bzw. 2 in dem jeweiligen Punkt der Fläche

wenigstens einer Fläche als Funktion des Abstandes h vom Scheitel für jeden Meridian, d.h. bei konstanten Azimutalwinkel Φ einen Extremwert und/oder den Wert 0 hat. Dabei ist es bevorzugt, wenn sowohl ein Extremwert als auch der Wert 0 auf jeden Meridian auftritt.

Durch diese erfindungsgemäße Ausbildung kann erreicht werden, daß bei sehr kleiner kritischer Dicke der Astigmatismus ast und der Refraktionsfehler ref in einem zentralen Bereich, d.h. in einem Bereich mit einem Radius von ca. 20 mm um den Scheitel, sehr kleine Werte, d.h. Werte unter 0,1 dpt annehmen.

Selbst in dem sich an diesen Bereich anschließenden ringförmigen Bereich mit einem Radius von bis zu 30 mm erreichen die beiden Bildfehler nur Werte, die in diesem Bereich immer noch ein direktes Sehen ermöglichen würden. Sogar in dem äußeren Bereich, d.h. in dem Bereich, in dem der Radius größer als 30 mm ist, ist noch direktes Sehen möglich, indirektes Sehen jedoch praktisch ohne Einschränkung.

Bei Brillengläsern mit negativer Brechkraft, bei der die Randdicke die kritische Dicke ist, kann diese um bis zu 30 % gegenüber herkömmlichen Brillengläsern mit nur einer asphärischen Fläche reduziert werden. Auch bei Gläsern mit positiver Brechkraft bei denen bereits durch die Verwendung einer asphärischen Fläche die Mittendicke sehr stark gegenüber herkömmlichen sphärischen Gläsern reduziert ist, lässt sich die Mittendicke noch um ca. 10 % verringern.

Das erfindungsgemäße Konzept eignet sich - wie sich überraschender Weise herausgestellt hat - sowohl für Brillengläser mit positiver als auch für Brillengläser mit negativer Wirkung. Die Vorteile der Erfindung kommen dabei insbesondere bei Brillengläsern zum Tragen, deren Gesamtwirkung zwischen -10 dpt und +8 dpt liegt.

In jedem Falle ist es bevorzugt, wenn die erfindungsgemäß angegebenen Bedingungen für den mittleren Flächenbrechwert auf beiden asphärischen Flächen eingehalten werden. Dabei ist es weiterhin bevorzugt, wenn sowohl ein Extremwert als auch eine Nullstelle des mittleren Flächenbrechwerts vorliegt.

Das erfindungsgemäße Brillenglas kann bei rein sphärischer Verordnung zwei rotationssymmetrische Flächen aufweisen. Bei einer zusätzlichen zylindrischen Verordnung kann eine Fläche eine atorische Fläche sein, also eine Fläche, die in unterschiedlichen Hauptschnitten unterschiedliche Wirkungen hat. Die andere Fläche kann eine rotationssymmetrische Fläche oder eine Fläche sein, die zwar im Scheitel gleiche Hauptkrümmungsradien hat, deren Hauptkrümmungen aber im Randbereich unterschiedlich sind.

Bei dem erfindungsgemäßen Brillenglas ist die Differenz d zwischen maximaler und minimaler Dicke des Brillenglases eine Funktion f der sphärischen Wirkung sph , der astigmatischen Wirkung cyl , des Brechungsindex n und des Glasdurchmessers ϕ , wobei für die Funktion f gilt,

$$d = f(sph, cyl, n, \phi) \leq a + b*(n-1.5) + c*(\phi - 66\text{mm})$$

wobei bedeuten

$$\begin{aligned} a &= f'(sph, cyl) = a_1 + b_1 * |sph + 0,5 * cyl| \\ b &= f''(sph, cyl) = a_2 + b_2 * |sph + 0,5 * cyl| \\ c &= f'''(sph, cyl) = b_3 * |sph + 0,5 * cyl| \end{aligned}$$

Die Koeffizienten sind je nach Verordnung unterschiedlich zu wählen:

Beispielsweise gilt für Verordnungen

$$\text{sph} + 0,5 \cdot \text{zyl} \leq -1,0 \text{ dpt, und}$$
$$a_1 \leq -0,3 \text{ mm und } b_1 \leq 1,2 \text{ mm/dpt.}$$

Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn für die Koeffizienten gilt:

$$\text{sph} + 0,5 \cdot \text{zyl} \leq -1,0 \text{ dpt, und}$$
$$a_1 = -0,4 \text{ mm und } b_1 = 1,1 \text{ mm/dpt.}$$

Für Verordnungen

$$\text{sph} + 0,5 \cdot \text{zyl} \geq 2 \text{ dpt}$$

gilt insbesondere

$$a_1 \leq -0,05 \text{ mm und } b_1 \leq 1,05 \text{ mm/dpt.}$$

Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn gilt

$$a_1 = -0,2 \text{ mm und } b_1 = 1,05 \text{ mm/dpt.}$$

In jedem Falle gilt für die weiteren Koeffizienten a_2 , b_2 und b_3

$$a_2 = -2 \text{ mm}$$
$$b_2 = -0,2 \text{ mm/dpt}$$
$$b_3 = 0,04 \text{ m.}$$

Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Ausgestaltung hat der Astigmatismus ast und der Refraktionsfehler ref in einem

zentralen Bereich um den Scheitel mit einem Radius von ca 20mm sehr kleine Werte, in einem sich daran anschließenden Bereich mit einem maximalen Radius von ca. 30 mm größere, aber immer noch für das direkte Sehen geeignete Werte, und im Bereich mit einem Radius von mehr als 30 mm Werte erreicht, daß in diesem Bereich noch indirektes Sehen möglich ist.

Dabei gilt insbesondere:

$$\begin{aligned} \text{ast} &= \text{ast}(s) \leq a_{11} + b_{11} * s \\ \text{ref} &= \text{ref}(s) \leq a_{21} + b_{22} * s \end{aligned}$$

hierbei ist s die vom Betrag stärkere **Hauptschnittwirkung** der Verordnung.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Einstärken-Brillenglas mit zwei asphärischen Flächen, von denen wenigstens eine Fläche gleiche Hauptkrümmungsradien im Scheitel hat, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Flächenbrechwert

$$B_f = (n-1)/2 * (1/R_1 + 1/R_2)$$

mit

R_i : Hauptkrümmungsradius 1 bzw. 2 in dem jeweiligen Punkt der Fläche,

wenigstens einer Fläche als Funktion des Abstandes h bei konstantem Azimutalwinkel Φ des jeweiligen Punktes vom Scheitel einen Extremwert und/oder den Wert 0 hat.

2. Brillenglas nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Flächenbrechwert beider Flächen als Funktion des Abstandes h vom Scheitel einen Extremwert und/oder den Wert 0 hat.

3. Brillenglas nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß beide Flächen rotationssymmetrische Flächen sind.

4. Brillenglas nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Fläche in unterschiedlichen Hauptschnitten unterschiedliche Wirkungen hat, so daß das Brillenglas eine astigmatische Wirkung hat.

5. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz d zwischen maximaler (dmax) und minimaler (dmin) Dicke des Brillenglases eine Funktion f der sphärischen Wirkung sph, der astigmatischen Wirkung cyl, des Brechungsindex n und des Glasdurchmessers ϕ ist.

6. Brillenglas nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß für die Funktion f gilt:

$$d = f(sph, cyl, n, \phi) \leq a + b * (n - 1.5) + c * (\phi - 66\text{mm})$$

wobei bedeuten

$$\begin{aligned} a &= f' (sph, cyl) = a_1 + b_1 * |sph + 0,5 * cyl| \\ b &= f'' (sph, cyl) = a_2 + b_2 * |sph + 0,5 * cyl| \\ c &= f''' (sph, cyl) = b_3 * |sph + 0,5 * cyl| \end{aligned}$$

7. Brillenglas nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß für Verordnungen

$$sph + 0,5 * cyl \leq -1,0 \text{ dpt}$$

$$\text{gilt: } a_1 \leq -0,3 \text{ mm} \quad \text{und} \quad b_1 \leq 1,2 \text{ mm/dpt.}$$

8. Brillenglas nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß für Verordnungen

$$sph + 0,5 * cyl \leq -1,0 \text{ dpt}$$

$$\text{gilt: } a_1 = -0,4 \text{ mm} \quad \text{und} \quad b_1 = 1,1 \text{ mm/dpt.}$$

9. Brillenglas nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß für Verordnungen

- 10 -

$$\text{sph} + 0,5 \cdot \text{cyl} \geq 2 \text{ dpt}$$

gilt: $a_1 \leq -0,05 \text{ mm}$ und $b_1 \leq 1,05 \text{ mm/dpt.}$

10. Brillenglas nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, daß für Verordnungen

$$\text{sph} + 0,5 \cdot \text{cyl} \geq 2 \text{ dpt}$$

gilt: $a_1 = -0,2 \text{ mm}$ und $b_1 = 1,05 \text{ mm/dpt.}$

11. Brillenglas nach einem der Ansprüche 6 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, daß gilt

$$\begin{aligned} a_2 &= -2 \text{ mm} \\ b_2 &= -0,2 \text{ mm/dpt} \\ b_3 &= 0,04 \text{ m.} \end{aligned}$$

12. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, daß der Astigmatismus ast und der
Refraktionsfehler ref in einem zentralen Bereich um den
Scheitel mit einem Radius von ca 20mm sehr kleine Werte,
in einem sich daran anschließenden Bereich mit einem maxi-
malen Radius von ca. 30 mm größere, aber immer noch für
das direkte Sehen geeignete Werte, und im Bereich mit
einem Radius von mehr als 30 mm Werte erreicht, daß in
diesem Bereich auch noch direktes Sehen möglich ist, indi-
rektes Sehen jedoch praktisch ohne Einschränkung.

13. Brillenglas nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, daß gilt:

$$\begin{aligned} \text{ast} &= \text{ast}(s) \leq a_{11} + b_{11} * s \\ \text{ref} &= \text{ref}(s) \leq a_{21} + b_{22} * s \end{aligned}$$

- 11 -

**hierbei ist s die vom Betrag stärkere Hauptschnittswirkung
der Verordnung.**